(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 718 228**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **94 03813**

(51) Int Cl[6] : F 41 H 11/02, H 02 J 17/00

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 31.03.94.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 06.10.95 Bulletin 95/40.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *EXCEM Société Anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Broyde Frédéric et Clavelier Evelyne.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :**

(54) Procédé et dispositif électromagnétique pour la défense antiaérienne par génération d'une agression résonante .

(57) L'invention concerne un dispositif électromagnétique pour la défense antiaérienne comportant la détermination des fréquences de résonance de la cible, et la génération d'une agression électromagnétique capable de produire un couplage résonant avec la cible.

Un dispositif comporte premièrement un ensemble de localisation électromagnétique capable d'établir la position de la cible, deuxièmement un ensemble de spectroscopie capable de déterminer des fréquences de résonance de la cible et de déterminer l'efficacité de ces résonances, troisièmement une pluralité de sources de rayonnement pouvant être syntonisées chacune sur une fréquence spécifiée dite fréquence de tir, chaque source de rayonnement étant déclenchable pendant une courte durée et capable d'émettre à sa fréquence de tir avec une grande puissance, et chaque source de rayonnement émettant avec un décalage temporel spécifié dit décalage de tir, quatrièmement un calculateur de tir.

FR 2 718 228 - A1

Procédé et dispositif électromagnétique pour la défense antiaérienne par génération d'une agression résonante.

L'invention concerne un dispositif électromagnétique pour la défense antiaérienne comportant la détermination des fréquences de résonance de la cible, qui sera par exemple un avion ou un missile, et la génération par une pluralité d'émetteurs synchrones d'une agression électromagnétique capable de produire un couplage résonant avec la cible, et par voie de conséquence de perturber temporairement ou d'endommager les dispositifs électroniques de cette cible, ou encore d'affecter des dispositifs électropyrotechniques de cette cible, et d'empêcher ainsi cette cible d'avoir le comportement attendu par l'agresseur.

Les aéronefs et les missiles ont une immunité électromagnétique en champs forts spécifiée à des niveaux dépendant de la fréquence, de l'ordre de quelques dizaines à quelques centaines de volts par mètre. Cette immunité est normalement obtenue par des techniques bien connues des spécialistes, et est généralement contrôlée en laboratoire.

L'obtention d'un niveau adéquat d'immunité nécessite des dispositifs tels que filtres, écrans électromagnétiques pour les sous-ensembles électroniques, écrans électromagnétiques pour les câbles, etc, auxquels correspondent des contributions non négligeables au poids d'un système. Des niveaux d'immunité en onde entretenue compris entre 20 V/m et 200 V/m, spécifiés par exemple dans l'essai RS03 de la norme militaire américaine MIL-STD-461C, sont rarement dépassés, sauf éventuellement dans des bandes de fréquences utilisées par des radars puissants.

Si un missile ou un aéronef est soumis à un champ électromagnétique de grande amplitude (champ que nous appelerons par la suite "l'agression"), dépassant beaucoup le niveau d'immunité spécifié, le comportement des systèmes électroniques installés dans ce missile ou cet aéronef devient imprévisible : ils peuvent notamment avoir un fonctionnement incorrect fugitif de durée voisine de celle de l'agression, un

fonctionnement incorrect durable mais récupérable automatiquement, un fonctionnement incorrect durable non récupérable automatiquement, ou encore être irréversiblement détériorés. Les trois derniers modes de réaction sont typiques des calculateurs embarqués.

Selon un autre mode d'action d'une agression électromagnétique sur une cible, mode souvent appelé DRAM par les spécialistes, l'agression électromagnétique agit directement sur une charge explosive ou sur un dispositif électropyrotechnique, et provoque une mise à feu. Ces modes bien connus des spécialistes s'observent donc essentiellement sur des missiles ou autres munitions, et sur des aéronefs en transportant. A titre d'exemple, des documents sur le DRAM indiquent que en dehors des bandes radar où le niveau spécifié peut être de 300 V/m environ, de nombreux dispositifs électropyrotechniques , armes et munitions, ne sont spécifiés que pour ne pas risquer d'être mis à feu dans un champ d'un niveau de 60 V/m entre 32 MHz et 790 MHz.

Dans le cas d'un missile proche de sa cible, la plupart des modes de réaction évoqués ci-dessus auront une forte probabilité d'empêcher les effets espérés par l'agresseur, ce qui permet d'envisager de réaliser une défense antiaérienne efficace par ce principe.

Un effort important en recherche militaire est réalisé aujourd'hui dans ce domaine, ces recherches reposant sur le concept de micro-ondes de forte puissance : l'idée est d'utiliser des longueurs d'ondes suffisamment courtes pour que l'on puisse les focaliser efficacement sur la cible avec une ou plusieurs antennes orientables. Cette approche nécessite l'emploi de sources micro-onde de puissance très importante, que la technique ne semble pas permettre de réaliser aujourd'hui. De telles sources coûteront vraisemblablement des sommes très importantes lorsqu'elles seront disponibles.

L'invention a pour but un procédé et dispositif de défense antiaérienne basé sur la génération d'une agression électromagnétique donnant lieu à un couplage résonnant avec la

cible.

Selon l'invention, le but de la défense antiaérienne est atteint premièrement par la localisation électromagnétique de la cible, deuxièmement par la détermination automatique des principales fréquences de résonance de la cible, et la détermination de l'efficacité de ses résonances, en analysant le rayonnement électromagnétique de la cible lorsquelle est excitée par un signal électromagnétique de polarisation donnée, troisièmement par syntonisation sur une fréquence proche d'une des fréquences de résonance choisie automatiquement, d'une pluralité de sources de rayonnement déclenchables pendant une courte durée et capables d'émettre à cette fréquence avec une grande puissance, quatrièmement par la détermination automatique, à partir de la connaissance de la position de la cible, du décalage temporel entre les sources de rayonnement, susceptible de conduire à la meilleure sommation sur la cible des champs produits par chacune des sources de rayonnement, cinquièmement par un ou plusieurs déclenchements de l'émission des différentes sources de rayonnement avec ce décalage temporel.

Un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, destiné à la défense antiaérienne, comporte premièrement un ensemble de localisation électromagnétique capable d'établir la position de la cible, deuxièmement un ensemble de spectroscopie capable de déterminer des fréquences de résonance de la cible et de déterminer l'efficacité de ces résonances, à distance et de façon automatique, en analysant le rayonnement électromagnétique de la cible lorsquelle est excitée par un signal électromagnétique de polarisation donnée généré lui-même par l'ensemble de spectroscopie, troisièmement une pluralité de sources de rayonnement pouvant être syntonisées chacune sur une fréquence spécifiée dite fréquence de tir, chaque source de rayonnement étant déclenchable pendant une courte durée et capable d'émettre à sa fréquence de tir avec une grande puissance, et chaque source de rayonnement émettant avec un décalage temporel spécifié dit décalage de tir, quatrièmement un calculateur de tir capable de déterminer automatiquement, à partir des données fournies par l'ensemble

de localisation électromagnétique et par l'ensemble de spectroscopie, les fréquences de tir et les décalages de tir susceptibles de conduire à la meilleure sommation sur la cible des champs produits par chacune des sources de rayonnement, le calculateur de tir procédant également à un ou plusieurs déclenchements de l'émission des différentes sources de rayonnement.

La recherche des fréquences de résonance est un point essentiel du procédé envisagé. Cette recherche est accompagnée de la détermination de l'efficacité des résonances, c'est-à-dire de la faculté qu'elles ont de produire un courant important sur la cible, pour un champ incident donné. Cette détermination est rendue possible par le fait que les courants excités sur la cible rayonnent eux-mêmes un champ électromagnétique que l'on peut mesurer, lui-même caractéristique de l'amplitude de ces courants. Pour des missiles usuels, on trouvera par exemple des fréquences de résonances marquées entre 20 MHz et 1000 MHz. A une telle fréquence de résonance la cible se comporte comme une bonne antenne de réception et elle est parcourue par un courant particulièrement important pour une intensité de champ donnée. Ces courants circuleront typiquement sur la structure de la cible, si elle est comporte une telle structure conductrice, ou sur son câblage électrique. Ces courants peuvent être estimés par application de la théorie des antennes.

On observe habituellement que c'est sur de telles résonances que l'immunité électromagnétique de la cible est la plus faible, et il est donc logique de donner à une arme électromagnétique une propriété d'autoadaptation aux fréquences de résonance de la cible. Un autre point capital est que ces fréquences de résonances se placent à des fréquences suffisamment basses pour qu'il soit aisé d'y produire des puissances électromagnétiques très importantes, avec un faible coût.

Par contre, il n'est pas aisé à ces fréquences de réaliser des antennes très directives, et ceci est d'autant plus vrai que l'on demande un fonctionnement sur une très large gamme de

fréquence, d'où le recours à une pluralité de sources de rayonnement. Si l'on utilise par exemple des sources de 400 kW, avec un gain d'antenne de 11 dB dans la direction de la cible, chaque source produit un champ de 1,7 V/m environ à 7 km. Un ensemble de 3000 sources réparties sur quelques kilomètres carrés et convenablement décalées dans le temps permettra d'obtenir un champ électrique de l'ordre de 5 kV/m. On notera que le fait que les sources soient capables d'émettre pendant un temps court, par exemple compris entre 100 ns et 100 ms, est un point essentiel de la conception d'un dispositif selon l'invention : la puissance requise pour produire un champ suffisant est énorme (la somme des puissances fournies aux antennes est supérieure à 1 GW dans l'exemple précédent).

Pour minimiser le coût des sources de rayonnement, il est bien sûr judicieux de chercher à limiter la durée de leur émission. On notera que, pour obtenir les courants induits maximum sur la cible, il faut que l'émission ait une durée compatible avec le coefficient de qualité de la cible pour la fréquence de résonance utilisée, de façon à laisser le temps au phénomène de résonance d'augmenter l'intensité du courant.

On notera que si l'on cherche seulement à provoquer un courant maximal sur la cible, pour une puissance d'émission donnée, il est possible d'obtenir pratiquement ce courant avec une durée d'émission assez courte : la durée de l'émission pourra être choisie suffisamment courte (et donc avoir un spectre suffisamment large) pour être compatible (au sens des incertitudes temps-fréquence) avec les incertitudes sur la détermination de la valeur de la fréquence de résonance utilisée. Par exemple, pour une fréquence de résonance de 20 MHz, et une incertitude de 500 kHz, pouvant résulter de la largeur propre de la résonance ou d'incertitude des résultats délivrés par l'ensemble de spectroscopie, la durée de l'émission d'un signal à 20 MHz pourra être de l'ordre d'une fraction de microseconde.

Ce genre de durée d'agression électromagnétique vue par la cible conviendra généralement bien pour perturber ses systèmes électroniques. Comme il est bien connu des spécialistes en

compatibilité électromagnétique que l'effet sur l'électronique de la cible sera souvent bien plus importante si l'on applique une salve d'agression, il sera judicicieux de déclencher plusieurs émissions successives des sources de rayonnement, par exemple de façon à produire 100 émissions de 10 µs espacées de 2 ms.

Si par contre on souhaite déclencher directement des effets thermiques sur la cible, tels que le déclenchement de dispositifs électropyrotechniques, il conviendra d'appliquer l'agression électromagnétique sur la plus longue durée possible, compatible avec les caractéristiques des sources de rayonnement.

Comme on attend seulement des sources de rayonnement une émission de durée limitée, on voit qu'il sera aisé, à des fréquences pas trop élevées, de réaliser une source de rayonnement de façon très économique, en utilisant par exemple la décharge d'un condensateur haute tension chargé, dans une inductance, de façon à former un circuit oscillant, qui sera par ailleurs couplé avec l'antenne d'émission. Une telle décharge peut être provoquée avec précision dans le temps à l'aide d'un tube à gaz, par exemple un éclateur à trois électrodes, selon un procédé bien connu des spécialistes. Le signal émis est approximativement une sinusoïde amortie, dont la pseudo-fréquence peut être réglée par des procédés connus.

Il est également envisageable de réaliser une source de rayonnement en utilisant un amplificateur à large bande pulsé, c'est-à-dire un type d'amplificateur large bande capable de fournir sous un volume réduit, une très forte puissance pendant un temps court, par exemple 320 kW pendant 1 milliseconde.

Il est bien sûr possible de subdiviser l'intervalle dans lequel on souhaite qu'une source de rayonnement puisse émettre, en plusieurs sous-bandes, l'émission dans chacune de ces sous-bandes étant produite par une source ou par une antenne différente.

C'est à l'ensemble de spectroscopie qu'échoie le rôle de

déterminer à distance et de façon automatique les fréquences de résonance de la cible en étudiant son rayonnement électromagnétique lorsqu'elle est excitée par un signal électromagnétique de polarisation donnée. Cet ensemble de spectroscopie peut à titre d'exemple non limitatif comporter un module d'émission, un module de réception, et un module de traitement du signal capable de traiter le signal reçu en fonction du signal émis. Les spécialistes reconnaîtront que l'ensemble de spectroscopie peut être conçu comme un radar, les différences essentielles entre cet ensemble de spectroscopie et un radar se situant au niveau du traitement du signal, qui permet d'identifier des fréquences de résonance. On notera également que l'ensemble de spectroscopie doit travailler dans toute la bande de fréquence où l'on attend les résonances, par exemple entre 10 MHz et 300 MHz, alors que les radars utilisent généralement de nos jours des fréquences plus élevées.

A titre d'exemple non limitatif, un module d'émission de l'ensemble de spectroscopie pourra utiliser un signal électrique dont la fréquence varie linéairement ou logarithmiquement ou selon une loi quelconque dans le temps de façon à balayer l'ensemble du spectre analysé, ce signal étant envoyé à une ou plusieurs antennes large bande, et pouvant être continuement présent lorsque l'ensemble de spectroscopie est en fonctionnement, ou n'être présent que pendant une ou plusieurs durées limitées. Deux antennes log-périodiques en polarisation croisées permettent par exemple de couvrir l'ensemble de la bande de fréquence 30 MHz à 300 MHz, avec une directivité apréciable, et selon les deux polarisations. Un cas particulier de cette approche peut être similaire à celle que l'on adopte dans les radars à signaux "chirp", bien connus des spécialistes.

A titre d'exemple non limitatif, le module d'émission de l'ensemble de spectroscopie pourra utiliser un signal électrique aléatoire à large bande. Cette approche est similaire à celle que l'on adopte dans les radars à bruit.

L'ensemble de spectroscopie pourra, à titre d'exemple, avoir un fonctionnement utilisant la ou les mêmes antennes pour

l'émission et pour la réception.

L'ensemble de spectroscopie pourra, à titre d'exemple, avoir un fonctionnement utilisant une ou plusieurs antennes différentes pour l'émission et pour la réception.

Les avantages et inconvénients de l'utilisation des mêmes antennes ou d'antennes différentes dans l'ensemble de spectroscopie, pour l'émission et pour la réception, apparaîtront clairement aux spécialistes, la comparaison de ces avantages et inconvénients étant similaire à celle des caractéristiques des radars monostatiques et bistatiques.

Il est clair que la puissance moyenne et la durée de l'émission de l'ensemble de spectroscopie devront être suffisantes pour permettre de déterminer les fréquences de résonance de la cible, en présence des autres sources de rayonnement produisant également un champ sur cette cible, ou produisant directement un champ sur la ou les antennes de réception de l'ensemble de spectroscopie. Ces autres sources de rayonnement seront par exemple des émetteurs de radiodiffusion proches et lointains, des émetteurs de télécommunication, ou encore des brouilleurs utilisés en guerre électronique, ou des contre-mesures.

Dans le but de ne pas créer inutilement de brouillage à d'autres services, l'ensemble de spectroscopie pourra n'être déclenché que lorsque l'ensemble de localisation aura détecté une cible, et éventuellement que d'autres conditions seront remplies. Une telle autre condition serait par exemple que la cible soit reconnue automatiquement ou par un opérateur comme devant être l'objet d'une agression électromagnétique.

L'ensemble de localisation électromagnétique d'un dispositif selon l'invention, peut être, à titre d'exemples non limitatifs, constitué d'un ou plusieurs radars de type quelconque, ou un système de localisation basé sur la vision infrarouge. Dans la suite nous utiliserons, pour alléger la rédaction, le terme radar pour désigner l'ensemble de localisation électromagnétique, sans préjuger de sa technologie.

Il est possible de diriger les informations de localisation issues de l'ensemble de localisation, vers l'ensemble de spectroscopie, de façon à ce que les données de position ou caractéristiques du mouvement de la cible soient utilisées dans le traitement du signal effectué à l'intérieur de l'ensemble de spectroscopie. A titre d'exemple non limitatif, si le radar indique à l'ensemble de spectroscopie que la cible est à 10 km d'une antenne unique utilisée par l'ensemble de spectroscopie pour l'émission et la réception, le retard de propagation des ondes pour aller depuis cette antenne jusqu'à la cible, et pour retourner à cette antenne est connu (et voisin de 67 µs), et la réception à un instant donné d'une réponse vers 45 MHz par cette antenne pourra être une réponse de la cible seulement si elle est compatible avec l'émission de cette antenne, antérieure d'au moins 67 µs à l'instant considéré. Une telle liaison entre le radar et l'ensemble de spectroscopie n'est cependant nullement une condition nécessaire du fonctionnement d'un dispositif selon l'invention.

On notera également que l'ensemble de spectroscopie peut être en théorie capable, avec les éléments qui le constituent, d'effectuer une localisation, ce qui pourrait conduire à s'interroger sur l'utilité de la présence d'un radar distinct. En réalité, la bande de fréquence dans laquelle doit opérer l'ensemble de spectroscopie n'est pas compatible avec une localisation rapide et précise des cibles : l'utilisation de deux dispositifs opérant dans des bandes différente est donc une nécessité.

Il est par contre possible d'exploiter le fait que l'ensemble de spectroscopie et les sources de rayonnement fonctionnent dans le même domaine spectral, pour que l'ensemble de spectroscopie emploie une ou plusieurs antennes d'une ou plusieurs sources de rayonnement pour l'émission ou pour la réception.

Dans le cas où les sources de rayonnement utilisent des amplificateurs à large bande, il serait aussi possible que l'ensemble de spectroscopie utilise les mêmes amplificateurs,

par exemple pour produire une émission modulée en fréquence de façon à balayer la totalité de la bande à couvrir. D'une manière plus générale, il est possible d'envisager un partage de certains blocs fonctionnels mis en oeuvre dans l'ensemble de spectroscopie et dans des sources de rayonnement.

Un dispositif selon l'invention peut être prévu pour n'utiliser dans l'ensemble de spectroscopie et dans les sources de rayonnement que des antennes fixes. Dans ce cas, le lobe de chacune de ces antennes doit être compatible avec l'angle solide qu'elle doit contribuer à protéger.

Un dispositif selon l'invention peut être prévu pour utiliser une ou plusieurs antennes orientables dans l'ensemble de spectroscopie ou dans des sources de rayonnement. L'orientation de ces antennes pourra alors par exemple être contrôlée par le calculateur de tir.

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de l'exposé détaillé qui va suivre d'un mode particulier de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif. Autour d'un site à protéger sont régulièrement réparties, sur un cercle de 2 km de rayon, 1000 sources de rayonnement capables de produire chacune une émission de 400 kW crête. Chaque source est susceptible de délivrer sa puissance à une antenne parmi 5 antennes fixes, ce qui permet d'exploiter une légère directivité, selon deux polarisations. La distance entre les centres géométriques de deux sources de rayonnement contigües n'est que d'environ 12,6 m. Toutes les sources de rayonnement ont une alimentation en haute tension de 15 kV commune.

Proche du bord du cercle et à l'intérieur de celui-ci, se trouvent réparties au Nord, à l'Est, au Sud et à l'Ouest, 4 antennes d'émission directives orientables de l'ensemble de spectroscopie, ces antennes pouvant émettre selon deux polarisations, et couvrir chacune toutes les directions en site et gisement, munies chacune d'un amplificateur large bande à hautes performances de 320 kW. Proche du bord du cercle et à l'intérieur de celui-ci, se trouvent réparties au Nord-Est, au

Sud-Est, au Sud-Ouest et au Nord-Ouest, 4 antennes de réceptions directives orientables de l'ensemble de spectroscopie, ces antennes pouvant recevoir selon deux polarisations, et couvrir chacune toutes les directions en site et gisement. L'ensemble de spectroscopie est capable de faire fonctionner ses antennes d'émission et de réception en réseau à balayage électronique, selon des procédés bien connus des spécialistes. La base très large que forme les deux réseaux de quatre antennes orientables permet d'obtenir une excellente directivité, et d'éviter les phénomènes de brouillage.

Vers le centre du dispositif se trouvent l'ensemble de localisation comportant un radar de veille, et le calculateur de tir, qui reçoit les informations et transmet ses ordres aux différents organes du dispositif selon l'invention, par l'intermédiaire de liaisons à fibre optique.

Nous supposerons que la cible est initialement localisée à une distance de 15 km du centre géométrique du dispositif, à une vitesse de 1000 m/s vers l'objectif. En utilisant des informations de position de la cible issues du système de localisation, l'ensemble de spectroscopie pointe ses antennes en au plus 300 ms, et prend au plus 100 ms pour déterminer un ensemble de résonances de la cible, et pour caractériser ces résonances par une efficacité : cette efficacité est représentative du courant qui pourra être induit sur la cible pour une puissance donnée d'émission.

Le calculateur de tir traite les données issues de l'ensemble de localisation et de l'ensemble de spectroscopie, en moins de 100 ms, pour choisir une des fréquences de résonance avec la polarisation correspondante, et déterminer pour chaque source de rayonnement : l'antenne d'émission à utiliser, la fréquence de tir et le décalage de tir. Les décalages de tir sont établis de façon telle que les ondes rayonnées par les différentes sources de rayonnement se superposent bien dans l'espace au niveau de la cible, et s'ajoutent en phase à son niveau. Les sources de rayonnement envisagées sont réglables en fréquence (syntonisation) par un dispositif électromécanique, déclenchable avec une précision

meilleure que 1 ns environ, et capables d'émettre dans la bande de fréquence de 20 MHz à 200 MHz une onde ayant une durée d'environ 100 périodes de sinusoïde amortie avec une fréquence de répétition maximale de 50 kHz environ, et avec une puissance délivrée à l'antenne de 400 kW crête. La configuration de ces sources prend environ 250 ms au plus. En moins de 1 seconde, pendant laquelle la cible s'est rapprochée de 1000 m environ, peut débuter l'émission par les sources de rayonnement, d'un train d'impulsion électromagnétique en sinusoïdes amorties. Chaque impulsion du train d'impulsions est déclenchée par le calculateur de tir : en pratique, une fibre optique part du calculateur de tir vers chaque source de rayonnement, fibre qui véhicule une impulsion provoquant le début de la sinusoïde amortie, chaque impulsion étant produite à un instant tenant compte du décalage de tir et du retard de propagation dans la fibre optique, pour la source de rayonnement considérée.

Au cours du déplacement de la cible, le calculateur de tir peut modifier les décalages de tir des différentes sources de rayonnement, de façon à continuer à assurer une sommation optimale des champs sur la cible pour les impulsions successives. Ainsi, le champ vu par la cible augmentera à mesure qu'elle se rapprochera des sources de rayonnement.

Dans le cas où l'on utiliserait des durées d'émission plus longues que celles envisagées dans l'exemple ci-dessus, par exemple si les sources de rayonnement émettaient une onde entretenue pendant 1 seconde, le calculateur de tir pourra spécifier des fréquences de tir légèrement différentes pour chaque source de rayonnement, de façon à faire varier légèrement la phase relative des différentes sources au cours du déplacement de la cible, et à continuer au cours de ce déplacement d'assurer une sommation optimale des champs produits par les différentes sources de rayonnement.

Pour améliorer le rapport signal sur bruit dans les bandes de fréquence où opèrent des émetteurs puissants, par exemple des émetteurs de radiodiffusion, on pourra prévoir un dispositif de télécommande capable d'interrompre l'émission ou la modulation de ces émetteurs, lorsque l'ensemble de

spectroscopie est en fonctionnement.

Il sera également intéressant de prévoir que les lobes des antennes des sources de rayonnement aient un gain faible sur les zones où peuvent se trouver des équipements sensibles. Ceux-ci devront de toutes façons être protégés de façon appropriée par des techniques bien connues des spécialistes, contre les agressions électromagnétiques causées par le dispositif selon l'invention. Afin de limiter ce type de problème, il est également possible de prévoir que le calculateur de tir inhibera l'émission lorsqu'elle conduit à une sommation cohérente des champs produits par les sources de rayonnement, sur certaines zones sensibles.

On note que le dispositif selon l'invention est capable, en fonction de la cible, d'une autoadaptation, spatiale, temporelle et fréquentielle de son rayonnement. Il permet donc de produire une agression électromagnétique optimisée sur la cible. On notera que les effets d'une telle agression sur un aéronef ou un missile, par exemple avec une amplitude de 2 kV par mètre, seront généralement beaucoup plus importants que les effets d'une agression telle qu'une impulsion électromagnétique nucléaire de 50 kV par mètre, du fait précisément de cette optimisation.

Un dispositif selon l'invention est extrêmement rapide et peut être conçu pour traiter rapidement un grand nombre de cibles, avant d'être saturé. Un dispositif selon l'invention peut être contrôlé par un opérateur qui aura par exemple la faculté d'agir sur le calculateur de tir pour inhiber ou provoquer le déclenchement d'une agression électromagnétique sur une cible localisée. Un dispositif selon l'invention pourra également fonctionner de façon automatique, par exemple en mettant en oeuvre un système de reconnaissance automatique ami-ennemi.

L'invention peut être notamment appliquée à la défense antiaérienne, au sol ou en mer. Elle est particulièment adaptée à la défense des installations stratégiques.

REVENDICATIONS

1. Procédé de défense antiaérienne caractérisé en ce qu'il comporte premièrement la localisation électromagnétique de la cible, deuxièmement la détermination automatique des principales fréquences de résonance de la cible, et la détermination de l'efficacité de ses résonances, en analysant le rayonnement électromagnétique de la cible lorsqu'elle est excitée par un signal électromagnétique de polarisation donnée, troisièmement la syntonisation sur une fréquence proche d'une des fréquences de résonance choisie automatiquement, d'une pluralité de sources de rayonnement déclenchables pendant une courte durée et capables d'émettre à cette fréquence avec une grande puissance, quatrièmement la détermination automatique, à partir de la connaissance de la position de la cible, du décalage temporel entre les sources de rayonnement, susceptible de conduire à la meilleure sommation sur la cible des champs produits par chacune des sources de rayonnement, cinquièmement un ou plusieurs déclenchements de l'émission des différentes sources de rayonnement avec ce décalage temporel.

2. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, destiné à la défense antiaérienne, caractérisé en ce qu'il comporte premièrement un ensemble de localisation électromagnétique capable d'établir la position de la cible, deuxièmement un ensemble de spectroscopie capable de déterminer des fréquences de résonance de la cible et de déterminer l'efficacité de ces résonances, à distance et de façon automatique, en analysant le rayonnement électromagnétique de la cible lorsqu'elle est excitée par un signal électromagnétique de polarisation donnée généré lui-même par l'ensemble de spectroscopie, troisièmement une pluralité de sources de rayonnement pouvant être syntonisées chacune sur une fréquence spécifiée dite fréquence de tir, chaque source de rayonnement étant déclenchable pendant une courte durée et capable d'émettre à sa fréquence de tir avec une grande puissance, et chaque source de rayonnement émettant avec un décalage temporel spécifié dit décalage de tir, quatrièmement un calculateur de tir capable de déterminer automatiquement, à

partir des données fournies par l'ensemble de localisation électromagnétique et par l'ensemble de spectroscopie, les fréquences de tir et les décalages de tir susceptibles de conduire à la meilleure sommation sur la cible des champs produits par chacune des sources de rayonnement, le calculateur de tir procédant également à un ou plusieurs déclenchements de l'émission des différentes sources de rayonnement.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les sources de rayonnement utilisent la décharge d'un condensateur haute tension chargé, dans une inductance, de façon à former un circuit oscillant, qui est par ailleurs couplé avec l'antenne d'émission, la décharge étant provoquée à l'aide d'un tube à gaz.

4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'une source de rayonnement est réalisée en utilisant un amplificateur à large bande pulsé.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'un module d'émission de l'ensemble de spectroscopie pourra utiliser un signal électrique dont la fréquence varie linéairement ou logarithmiquement ou selon une loi quelconque dans le temps de façon à balayer l'ensemble du spectre analysé, ce signal étant envoyé à une ou plusieurs antennes large bande, et pouvant être continûment présent lorsque l'ensemble de spectroscopie est en fonctionnement, ou n'être présent que pendant une ou plusieurs durées limitées.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que l'ensemble de spectroscopie pourra avoir un fonctionnement utilisant la ou les mêmes antennes pour l'émission et pour la réception.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que l'ensemble de spectroscopie pourra avoir un fonctionnement utilisant une ou plusieurs antennes différentes pour l'émission et pour la réception.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2

à 7, caractérisé en ce que les informations de localisation issues de l'ensemble de localisation sont dirigées vers l'ensemble de spectroscopie, de façon à ce que les données de position ou caractéristiques du mouvement de la cible soient utilisées dans le traitement du signal effectué à l'intérieur de l'ensemble de spectroscopie.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que, dans le but de ne pas créer inutilement de brouillage à d'autres services, l'ensemble de spectroscopie peut n'être déclenché que lorsque l'ensemble de localisation a détecté une cible, et éventuellement que d'autres conditions sont remplies.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, caractérisé en ce qu'il peut être prévu pour utiliser une ou plusieurs antennes orientables dans l'ensemble de spectroscopie ou dans des sources de rayonnement.